

**Power electronics for controlling electrical power machine performance/power section with capacitors connecting splint rings and screw joints while the lid connects to the housing with connections to the cooling device**

Veröffentlichungsnummer: DE19913450  
Veröffentlichungsdatum: 2000-09-28  
Erfinder: TAREILUS ALFRED (DE)  
Anmelder: MANNESMANN SACHS AG (DE)  
Klassifikation:  
- Internationale: H02M1/00; H05K7/20  
- Europäische: H05K7/20F2; H01L25/07J  
Aktenzeichen: DE19991013450 19990325  
Prioritätsaktenzeichen: DE19991013450 19990325

Auch veröffentlicht als

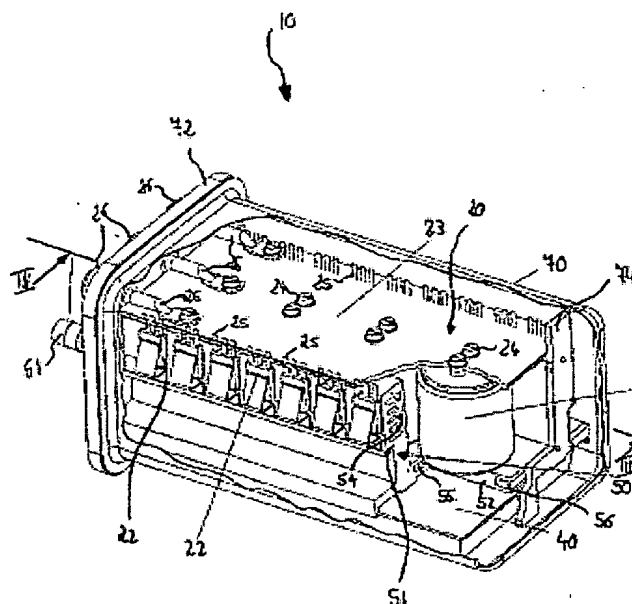


US6326761 (B)

FR2791517 (A)

**Zusammenfassung von DE19913450**

The power electronics comprises performance/power section (20) with a number of capacitors (21) connecting splint rings (23) and screw/threaded joints (24). A number power semiconductors (22) connect to splint rings over plug-connections (25). The capacitors are arranged in series with housing (70) and are flanked by the power semiconductors. The lid element (72) connects to the housing detachably with connections (61) via the cooling device (50).



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 199 13 450 A 1**

51 Int. Cl. 7:  
**H 02 M 1/00**  
H 05 K 7/20

21 Aktenzeichen: 199 13 450.2  
22 Anmeldetag: 25. 3. 1999  
43 Offenlegungstag: 28. 9. 2000

DE 199 13 450 A 1

71 Anmelder:  
Mannesmann Sachs AG, 97424 Schweinfurt, DE

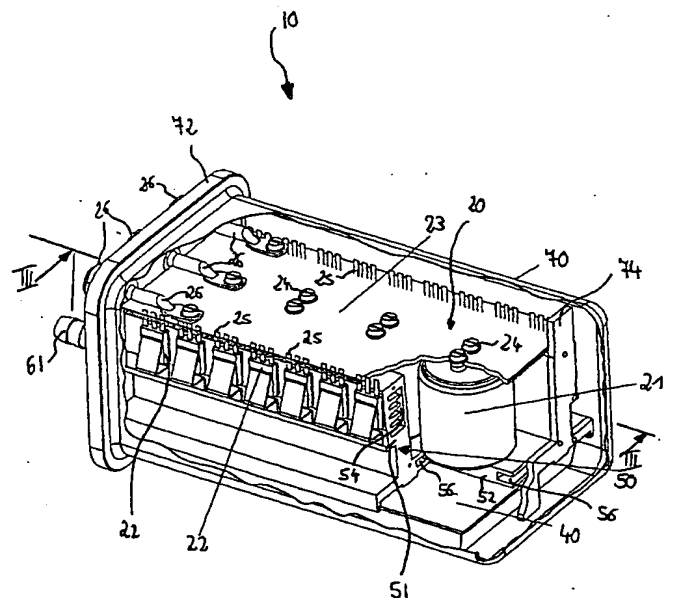
72 Erfinder:  
Tareilus, Alfred, 97422 Schweinfurt, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 **Leistungselektronik zum Steuern einer elektrischen Maschine**

57 Es wird eine Leistungselektronik (10) zum Steuern einer elektrischen Maschine, beispielsweise einer permanent-erregten Synchronmaschine beschrieben. Um die Leistungselektronik (10) besonders platzsparend und dennoch leistungsstark ausbilden zu können, ist innerhalb eines über ein Deckelelement (72) verschließbaren Gehäuses (70) ein Leistungsteil (20) vorgesehen, der eine Anzahl von Kondensatoren (21) und eine Anzahl von Leistungshalbleitern (22) aufweist, die mit einer Leistungsverriegelung (23) verbunden und verschaltet sind. Weiterhin ist zur Steuerung der Leistungselektronik (10) eine Steuereinrichtung (40) vorgesehen. Die einzelnen Bauelemente (21, 22, 40) werden über eine Kühlvorrichtung (50) gekühlt, die als Profil mit im wesentlichen U-förmigem Querschnitt ausgebildet ist. Die Kühlvorrichtung (50) weist zwei Seitenschenkel (51) und einen Basisbereich (52) auf, in denen jeweils Kühlkanäle (54, 56) vorgesehen sind. Die Kühlkanäle (54, 56) werden von einem geeigneten Kühlmedium durchströmt und sind an der dem Gehäusedeckel (72) gegenüberliegenden Seite von einem Abdeckelement (74) verschlossen. Die Kondensatoren (21), die Leistungshalbleiter (22) und die Steuereinrichtung (40) sind derart mit der Kühlvorrichtung (50) verbunden, daß zwischen diesen und der Kühlvorrichtung (50) ein thermischer Austausch stattfindet oder stattfinden kann.



DE 199 13 450 A 1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Leistungselektronik zum Steuern einer elektrischen Maschine.

Derartige elektrische Maschinen sind unter anderem Synchronmaschinen zur Erzeugung von elektrischer Energie. Die erzeugte elektrische Energie wird dann verschiedensten Verbrauchern zur Verfügung gestellt. Diese Verbraucher sind üblicherweise in elektrischen Netzen zusammengefaßt. Solche elektrischen Netze werden beispielsweise als Bordnetze für Fahrzeuge verwendet. Insbesondere, wenn eine elektrische Maschine in einem Fahrzeug verwendet wird, steht üblicherweise nur ein geringer Bauraum zur Verfügung, so daß für die elektrische Maschine sowie die für die elektrische Maschine benötigten Komponenten, zu denen auch die Leistungselektronik gehört, nur ein begrenzter Bauraum zur Verfügung steht. Es besteht daher das Bedürfnis, die einzelnen Komponenten möglichst kompakt und platzsparend auszugestalten. Gleichzeitig müssen die einzelnen Komponenten, und hier insbesondere die Leistungselektronik, besonders leistungsfähig sein. Dies gilt insbesondere im Bereich der Fahrzeugindustrie, wo immer neue elektrische Komponenten eingeführt werden.

Der vorliegenden Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zu Grunde, eine Leistungselektronik zum Steuern einer elektrischen Maschine bereitzustellen, die zum einen besonders leistungsfähig ist, und die zum anderen eine kompakte Bauweise und damit nur einen geringen Platzbedarf aufweist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Leistungselektronik zum Steuern einer elektrischen Maschine gelöst, mit einem Leistungsteil, der eine Anzahl von Kondensatoren und eine Anzahl von Leistungshalbleitern aufweist, die mit einer Leistungsverschiebung verbunden sind, einer Steuereinrichtung für den Leistungsteil und einer Kühlvorrichtung, die derart mit den Kondensatoren und/oder den Leistungshalbleitern und/oder der Steuereinrichtung verbunden ist, daß zwischen diesen und der Kühlvorrichtung ein thermischer Austausch stattfindet oder stattfinden kann.

Dadurch wird eine Leistungselektronik in kompakter Ausführung geschaffen, in der die einzelnen Komponenten optimiert angeordnet sind. Durch diese Anordnung der einzelnen Komponenten wird eine Leistungselektronik mit nur geringem Platzbedarf geschaffen. Dadurch ist die Leistungselektronik besonders zur Verwendung im Fahrzeugbereich geeignet.

Die Ausgestaltung der Leistungselektronik ist sehr stark abhängig von der erforderlichen Spannungsebene. Aus diesem Grund kann die Anzahl der Kondensatoren und Leistungshalbleiter je nach Auslegung der Leistungselektronik variieren, so daß die Erfindung nicht auf eine bestimmte Anzahl von Kondensatoren und Leistungshalbleitern beschränkt ist.

Als geeignete Leistungshalbleiter sind vorzugsweise MOSFETs, IGBTs oder dergleichen zu nennen. Die Auswahl der geeigneten Leistungshalbleiter erfolgt nach den Leistungsanforderungen an die Leistungselektronik.

Soll die Leistungselektronik beispielsweise im Rahmen des von der Automobilindustrie geplanten 42-V-Bordnetzes, über das künftig neu eingeführte elektrische Komponenten wie beispielsweise Frontscheibenheizung, elektrischer Ventiltrieb usw. betrieben werden sollen, verwendet, werden als Leistungshalbleiter vorzugsweise MOSFETs eingesetzt. IGBTs werden beispielsweise bei noch höheren Spannungen eingesetzt.

Die einzelnen Kondensatoren und Leistungshalbleiter sind mit der Leistungsverschiebung verbunden und über diese verschaltet. Die Leistungsverschiebung besteht vor-

zugsweise aus Kupfer.

Die weiterhin in der Leistungselektronik vorgesehene Steuereinrichtung, die beispielsweise als Steuerplatine ausgebildet sein kann, ist vorzugsweise in SMD-Technik ausgeführt und übernimmt sämtliche Steuerungs-, Überwachungs- und Regelfunktionen der Leistungselektronik einschließlich der Ansteuerung der Leistungshalbleiter. Für die Steuerung ist vorzugsweise ein leistungsfähiger Microcontroller in der Steuereinrichtung vorgesehen, wobei vorteilhaft alle Funktionen über einen CAN-Bus vorgegeben werden. Weiterhin weist die Steuereinrichtung vorzugsweise eine Einrichtung für die Spannungsversorgung auf. Je nach Bedarf und Anwendungsfall kann die Steuereinrichtung weitere Elemente aufweisen.

Um die während des Betriebs der Leistungselektronik in den Kondensatoren und/oder den Leistungshalbleitern und/oder der Steuereinrichtung entstehende Verlustwärme abführen zu können, ist erfindungsgemäß eine Kühlvorrichtung vorgesehen. Dabei ist die Kühlvorrichtung derart mit den genannten Elementen verbunden, daß zwischen diesen und der Kühlvorrichtung ein thermischer Austausch stattfindet oder stattfinden kann. Dadurch kann die entstehende Verlustwärme über die Kühlvorrichtung abgeführt werden. Die Kühlvorrichtung kann beispielsweise aus einem Metall wie Aluminium oder dergleichen hergestellt sein.

Bevorzugte Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Leistungselektronik ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Vorteilhaft kann die Kühlvorrichtung als Profilelement ausgebildet sein. Vorzugsweise ist die Kühlvorrichtung als Strangpreßprofil oder Tiefziehprofil (beispielsweise aus Aluminium) ausgebildet. Dadurch kann die Kühlvorrichtung besonders einfach und kostengünstig hergestellt werden.

Vorteilhaft weist die Kühleinrichtung insbesondere einen im wesentlichen U-förmigen Querschnitt auf. Natürlich sind je nach Bedarf und Anwendungsfall auch andere Querschnitte, wie beispielsweise ein L-förmiger Querschnitt oder dergleichen für die Kühlvorrichtung denkbar.

In weiterer Ausgestaltung kann die Kühlvorrichtung wenigstens einen Kühlkanal für ein Kühlmedium aufweisen. Dadurch wird die Kühlvorrichtung von dem Kühlmedium durchströmt, so daß die Abführung der Verlustwärme weiter verbessert wird. Als Kühlmedium kann beispielsweise Wasser oder dergleichen verwendet werden.

Vorzugsweise weist die Kühlvorrichtung zwei Seitenschenkel und einen Basisbereich auf, wobei in wenigstens einem der Seitenschenkel und/oder im Basisbereich der Kühlvorrichtung ein Kühlkanal vorgesehen ist.

insbesondere wenn die Kühlvorrichtung eine im wesentlichen U-förmige Gestalt aufweist, kann dadurch eine seitliche Kühlung sowie eine Kühlung nach unten und von unten gewährleistet werden.

In weiterer Ausgestaltung ist zumindest ein Anschlußelement zur Verbindung des wenigstens einen Kühlkanals mit einer Quelle für ein Kühlmedium vorgesehen. Über das wenigstens eine Anschlußelement wird der Zulauf und der Ablauf des Kühlmediums geregelt.

Wenn die Leistungselektronik beispielsweise in einem Fahrzeug verwendet wird, kann die Quelle für das Kühlmedium der konventionelle Kühlkreislauf des Verbrennungsmotors sein. Das Anschlußelement der Kühlvorrichtung ist dabei mit dem Kühlkreislauf des Verbrennungsmotors verbunden, so daß das im Verbrennungsmotor zirkulierende Kühlwasser auch die Kühlvorrichtung der Leistungselektronik durchströmt. Dadurch können zusätzliche Kühler, Pumpen oder dergleichen für die Kühlvorrichtung weggelassen, was besondere Vorteile im Hinblick auf die Kosten sowie den Platzbedarf der Leistungselektronik hat.

In weiterer Ausgestaltung können die Kondensatoren innerhalb eines von den Seitenschenkeln und des Basisbereichs der Kühlvorrichtung gebildeten Raums angeordnet sein. Dadurch wird eine seitliche Kühlung der Kondensatoren sowie deren Kühlung von unten gewährleistet.

Weiterhin können die Leistungshalbleiter vorteilhaft außerhalb der Seitenschenkel angeordnet sein. In diesem Fall ist auch eine optimale seitliche Kühlung der Leistungshalbleiter möglich, da sich die Seitenschenkel der Kühlvorrichtung zwischen den Leistungshalbleitern und den Kondensatoren befinden, so daß eine aus konstruktiven Gründen auftretende mögliche gegenseitige Behinderung der Kondensatoren und der Leistungshalbleiter in Bezug auf die Kühlung ausgeschlossen ist. Weiterhin wird der zwischen den Leistungshalbleitern und den Kondensatoren befindliche Raum durch die Seitenschenkel der Kühlvorrichtung optimal ausgenutzt, was sich positiv auf den Platzbedarf der Leistungselektronik auswirkt.

Vorteilhaft kann die Steuereinrichtung unterhalb des Basisbereichs angeordnet sein. Insbesondere dann, wenn auch im Basisbereich der Kühlvorrichtung wenigstens ein Kühlkanal vorgesehen ist, wird dadurch auch eine optimale Kühlung der Steuereinrichtung gewährleistet.

Vorzugsweise weist die Leistungsverschiebung eine Anzahl von Anschlußelementen auf. Bei diesen Anschlußelementen handelt es sich vorteilhaft um die Gleichstromanschlüsse U+, U- für die Batterie und die Drehstromabgänge U, V, W zur elektrischen Maschine. Die Anschlußelemente sind insbesondere als Kabelanschlüsse mittels PG-Verschraubung, als Hochstrom-Steckverbinder oder dergleichen ausgebildet.

In weiterer Ausgestaltung weist die Steuereinrichtung wenigstens ein Anschlußelement auf. Bei diesem Anschlußelement handelt es sich vorteilhaft um einen Signalsteckverbinder oder dergleichen.

In weiterer Ausgestaltung ist wenigstens ein Gehäuse zur Aufnahme des Leistungsteils, der Steuereinrichtung und der Kühlvorrichtung vorgesehen. Das Gehäuse kann beispielsweise als Aluminium-Tiefziehteil hergestellt werden. Natürlich sind auch andere Herstellungsarten und Materialien für das Gehäuse denkbar.

In einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Leistungselektronik sind die Kondensatoren in einer Reihe mittig im Gehäuse angeordnet und werden von zwei Reihen Leistungshalbleitern flankiert, so daß sich die Leistungshalbleiter zwischen der Gehäusewand und den Kondensatoren befinden. Da sich zwischen den Kondensatoren und den Leistungshalbleitern weiterhin die Seitenschenkel der Kühlvorrichtung befinden, sind die Leistungshalbleiter jeweils von der Gehäusewand und den Seitenschenkeln der Kühlvorrichtung abgeschirmt.

Das Gehäuse ist vorzugsweise bis auf eine Öffnung, die insbesondere in einer der Stirnseiten des Gehäuses ausgebildet ist, allseitig geschlossen. Dadurch wird verhindert, daß Verunreinigungen oder Feuchtigkeit von außen in die Leistungselektronik eindringen und diese beschädigen können.

Zum Verschließen der Gehäuseöffnung ist vorteilhaft ein Deckelement vorgesehen, wobei das Deckelement insbesondere lösbar mit dem Gehäuse verbunden ist. Dadurch können die im Gehäuse befindlichen Bauelemente, etwa zu Wartungs- oder zu Reparaturzwecken leicht aus dem Gehäuse herausgenommen und anschließend wieder in dieses eingesetzt werden. Um ein Eintreten von Schmutz oder Feuchtigkeit über die Gehäuseöffnung in das Gehäuse zu verhindern, ist zwischen dem Deckelement und dem Gehäuse vorteilhaft ein geeignetes Dichtungselement vorgesehen.

Vorteilhaft weist das Deckelement eine Anzahl von Öff-

nungen zum Hindurchführen der weiter oben beschriebenen verschiedenen Anschlußelemente auf. Dadurch sind alle notwendigen elektrischen und für die Kühlung vorgesehenen Anschlüsse auf einer Seite des Gehäuses angeordnet, was insbesondere zu einer Vereinfachung beim Einbau der Leistungselektronik, etwa in dem Motorraum eines Fahrzeugs, führt. In diesem Fall fungiert das Deckelement als Anschlußplatte für die Leistungselektronik.

Die Kühlkanäle sind an der dem Deckelement des Gehäuses gegenüberliegenden Seite vorteilhaft mit einem oder mehreren Abdeckelementen, beispielsweise Abdeckblechen, verschlossen. Über die Abdeckelemente werden die einzelnen Kühlkanäle in Reihe oder parallel "verschaltet", wodurch eine Anpassung der Druckverhältnisse und Durchflußverhältnisse im Kühlkreislauf erfolgen kann.

In einer besonderen Ausgestaltung können diese Abdeckelemente beispielsweise auch als zweites Deckelement für das Gehäuse fungieren. In diesem Fall kann das eigentliche Gehäuse als Rohrelement ausgebildet sein, in welches die Elemente der Leistungselektronik eingeschoben werden. Das rohrförmige Gehäuse, das an seinen beiden Stirnseiten offen ist, wird durch zwei Deckelemente auf die wie oben beschriebene Weise verschlossen. Das eine Deckelement kann dabei die Funktion des oben beschriebenen Deckelements übernehmen. Das andere Deckelement übernimmt dann die Funktion der Abdeckelemente für die Kühlkanäle. Ein derartig ausgebildetes Gehäuse ist besonders einfach und kostengünstig herstellbar.

Die erfindungsgemäße Leistungselektronik ist durch die Anordnung der einzelnen Komponenten besonders leistungstark, wobei die in den einzelnen Elementen entstehende Verlustwärme besonders vorteilhaft über die erfindungsgemäß ausgestaltete Kühlvorrichtung abgeführt werden kann. Weiterhin wird durch die Anordnung der einzelnen Bauelemente eine kompakte und damit platzsparende Bauweise der Leistungselektronik ermöglicht.

Vorteilhaft kann die erfindungsgemäße Leistungselektronik zum Steuern einer Synchronmaschine, insbesondere einer permanent erregten Synchronmaschine verwendet werden.

In besonderer Weise kann die erfindungsgemäße Leistungselektronik zum Steuern eines Starter-Generators, insbesondere eines Starter-Generators für Fahrzeuge, verwendet werden. Hierbei handelt es sich um eine elektrische Maschine, deren Rotoren über die Kurbelwellenlagerung des Verbrennungsmotors gelagert sind. Der Starter-Generator wird nicht nur zum Starten und Stoppen des Motors verwendet, sondern er kann auch während des Motorbetriebs verschiedene Funktionen übernehmen, wie beispielsweise Bremsfunktionen, Boosterfunktionen, Batteriemanagement, aktive Schwingungsdämpfung, Synchronisierung des Verbrennungsmotors oder dergleichen.

Die Erfindung wird nun auf exemplarische Weise an Hand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische, teilweise geschnittene Ansicht der erfindungsgemäßen Leistungselektronik;

Fig. 2 eine perspektivische Ansicht der Leistungselektronik ohne die Gehäusebestandteile;

Fig. 3 eine Querschnittsansicht der Leistungselektronik entlang der in Fig. 1 dargestellten Schnittlinie III-III;

Fig. 4 eine Querschnittsansicht der Leistungselektronik entlang der in Fig. 3 dargestellten Schnittlinie IV-IV;

Fig. 5 eine Draufsicht auf das Deckelement des Gehäuses.

In den Fig. 1 bis 5 ist eine Leistungselektronik 10 zum Steuern einer elektrischen Maschine dargestellt, wobei es sich bei der elektrischen Maschine um einen Starter-Genera-

tor für ein Fahrzeug handelt, der als permanenterregte Synchronmaschine ausgebildet ist.

Wie sich insbesondere aus Fig. 1 ergibt, weist die Leistungselektronik ein Gehäuse 70 auf, das als Aluminium-Tiefziehteil hergestellt ist. Das Gehäuse 70 ist bis auf eine Gehäuseöffnung 71 (siehe Fig. 3) in der Stirnseite allseitig geschlossen. Die Gehäuseöffnung 71 ist über ein Deckelelement 72 verschlossen, wobei das Deckelelement 72 lösbar mit dem Gehäuse 70 verbunden ist. Das Deckelelement 72 weist eine Anzahl von Öffnungen 73 (siehe Fig. 4) auf, durch die eine Anzahl von Anschlußelementen hindurchgeführt sind. Das Deckelelement 72 fungiert somit als Anschlußplatte der Leistungselektronik 10.

Wie in Fig. 5 dargestellt ist, handelt es sich bei den Anschlußelementen um fünf Anschlußelemente 26, die mit einem Leistungsteil 20 der Leistungselektronik verbunden sind, wie dies beispielsweise aus den Fig. 1 und 2 ersichtlich ist. Weiterhin sind durch das Deckelelement 72 zwei Anschlußelemente 61 hindurchgeführt, über die eine Kühlvorrichtung 50, die insbesondere aus Fig. 2 ersichtlich ist und im weiteren Verlauf näher beschrieben wird, mit einer Quelle für ein Kühlmedium verbunden werden kann. Schließlich ist durch das Deckelelement 72 ein Anschlußelement 41 für eine in den Fig. 1 bis 4 dargestellte Steuereinrichtung 40 hindurchgeführt.

Wie aus den Fig. 1 bis 4 weiterhin zu ersehen ist, weist die Leistungselektronik 10 einen Leistungsteil 20 auf. Der Leistungsteil 20 verfügt über eine Anzahl von Kondensatoren 21. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel sind insgesamt drei Kondensatoren 21 dargestellt. Die Kondensatoren 21 sind über eine Schraubverbindung 24 mit einer Leistungsverschiebung 23 verbunden. Die Leistungsverschiebung 23 besteht vorzugsweise aus Kupfer.

Weiterhin weist der Leistungsteil 20 eine Anzahl von Leistungshalbleitern 22 auf, die über eine Steckverbindung 25 ebenfalls mit der Leistungsverschiebung 23 verbunden sind. Dazu weisen die Leistungshalbleiter 22 eine Anzahl von Laschen auf, die durch die Leistungsverschiebung 23 hindurchgesteckt sind und beispielsweise über eine Lötverbindung oder dergleichen mit dieser verbunden sind. Natürlich sind auch andere Verbindungsmöglichkeiten für die Leistungshalbleiter 22 an der Leistungsverschiebung 23 denkbar. Zu nennen sind hier unter anderem Krimpverbindungen, Verbindungen mittels Hülsen, Schweißverbindungen, wie beispielsweise das Ultraschallschweißen, oder dergleichen. Die Erfindung ist nicht auf bestimmte Verbindungsarten beschränkt.

Bei den Leistungshalbleitern handelt es sich im vorliegenden Fall um MOSFETs. Sowohl die Kondensatoren 21, als auch die Leistungshalbleiter 22 sind über die Leistungsverschiebung 23 verschaltet. Die mit der Leistungsverschiebung 23 verbundenen Anschlußelemente 26 beinhalten die Hochstromanschlüsse U+, U-, U, V, W und sind vorzugsweise als Kabelanschlüsse mittels PG-Verschraubung oder als Hochstrom-Steckverbinder ausgebildet.

Die Kondensatoren 21 sind in einer Reihe mittig im Gehäuse 70 angeordnet und werden von zwei Reihen Leistungshalbleitern 22 flankiert, so daß sich die Leistungshalbleiter 22 zwischen der Seitenwand des Gehäuses 70 und den Kondensatoren 21 befinden.

Um die während des Betriebs der Leistungselektronik 10 in den Leistungshalbleitern 22 und den Kondensatoren 21 entstehende Verlustwärme abführen zu können, ist eine Kühlvorrichtung 50 vorgesehen. Die Kühlvorrichtung 50 ist als Aluminium-Tiefziehprofil oder -Strangpreßprofil ausgebildet und weist einen im wesentlichen U-förmigen Querschnitt auf. Sie verfügt über zwei Seitenschenkel 51 sowie einen Basisbereich 52. Die Kondensatoren 21 sind in einem

von den Seitenschenkeln 51 und dem Basisbereich 52 gebildeten Raum 53 angeordnet, so daß eine Kühlung sowohl in seitlicher Richtung, als auch nach unten und von unten erfolgen kann. Die Leistungshalbleiter 22 sind außerhalb der Seitenschenkel 51 von der Kühlvorrichtung 50 angeordnet. Somit ist eine seitliche Kühlung der Leistungshalbleiter 22 über die Seitenschenkel 51 gewährleistet, ohne daß es im Hinblick auf die Kühlung zu einer Behinderung zwischen den Kondensatoren 21 und den Leistungshalbleitern 22 kommen kann.

Zur Unterstützung der Kühlwirkung durch die Kühlvorrichtung 50 ist in den Seitenschenkeln 51 jeweils ein Kühlkanal 54 vorgesehen. Wie insbesondere aus Fig. 4 ersichtlich ist, weist jeder der Kühlkanäle 54 eine Anzahl von Kühlrippen 55 auf, wodurch die zur Kühlung zur Verfügung stehende Oberfläche innerhalb der Kühlkanäle 54 vergrößert ist, was zu einer besonders vorteilhaften Kühlung führt.

Wie aus Fig. 4 weiterhin ersichtlich ist, sind auch im Basisbereich 52 der Kühlvorrichtung 50 zwei Kühlkanäle 56 vorgesehen.

Die Kühlkanäle 54, 56 werden von einem geeigneten Kühlmedium durchströmt. Dazu sind die Kühlkanäle 54, 56 mit einer nicht dargestellten Quelle für ein Kühlmedium, beispielsweise Wasser oder dergleichen, verbunden, was über die Anschlußelemente 61 erfolgt. Da die Leistungselektronik 10 im vorliegenden Ausführungsbeispiel in Verbindung mit einem Starter-Generator für ein Fahrzeug verwendet wird, kann als Quelle für das Kühlmedium der konventionelle Kühlkreislauf des Verbrennungsmotors herangezogen werden. Dadurch können zusätzliche Kühler und Pumpen weggelassen.

Die Kühlkanäle 45, 46 sind an ihrem dem Deckelelement 72 gegenüberliegenden jeweils offenen Ende von einem Abdeckelement 74 verschlossen. Durch das Abdeckelement 74 werden die einzelnen Kühlkanäle 54, 56 entweder in Reihe oder parallel verschaltet, wodurch die Druckverhältnisse und die Durchflußverhältnisse in der Kühlvorrichtung eingestellt werden können.

Um eine gute Kühlwirkung zu gewährleisten, ist die Kühlvorrichtung 50 derart mit den Kondensatoren 21 und den Leistungshalbleitern 22 verbunden, daß zwischen diesen und der Kühlvorrichtung 50 ein thermischer Austausch stattfindet oder stattfinden kann. Dazu sind, wie dies besonders deutlich aus den Fig. 3 und 4 ersichtlich ist, die Kondensatoren 21 über eine Schraubverbindung 59 mit dem Basisbereich 52 der Kühlvorrichtung 50 verbunden. Die Leistungshalbleiter 22 sind über eine Klemmverbindung 60 an den Seitenschenkeln 51 der Kühlvorrichtung 50 befestigt.

Zum Betrieb der Leistungselektronik 10 ist weiterhin eine als Platine ausgebildete zentrale Steuervorrichtung 40 vorgesehen, die vorzugsweise in SMD-Technik ausgeführt ist, und die sämtliche Steuerungs-, Überwachungs- und Regelungsfunktionen einschließlich der Ansteuerung der Leistungshalbleiter 22 übernimmt. Die Steuereinrichtung 40 ist unterhalb des Basisbereichs 52 der Kühlvorrichtung 50 angeordnet. Dadurch kann die Steuereinrichtung 40 durch die über den Basisbereich 52 der Kühlvorrichtung 50 nach unten wirkende Kühlung ebenfalls gekühlt werden.

Um zu gewährleisten, daß die Steuereinrichtung 40 derart mit der Kühlvorrichtung 50 verbunden ist, daß zwischen dieser und der Kühlvorrichtung 50 ein thermischer Austausch stattfindet oder stattfinden kann, weist die Steuereinrichtung 40 an ihren beiden Seitenrändern jeweils eine Führungsschiene 42 auf. Die Führungsschienen 42 werden in entsprechende Nuten 58 des Basisbereichs 52 der Kühlvorrichtung 50 eingeschoben. Da die Steuereinrichtung 40 in der Regel breiter ist als der Basisbereich 52 der Kühlvorrichtung, weist der Basisbereich 52 in beide Seitenrichtung

gen jeweils eine Verlängerung 57 auf. Die Verlängerungen 57 sind derart dimensioniert, daß sie den Breitenunterschied zwischen der Steuereinrichtung 40 und dem Basisbereich 52 ausgleichen. Die Nuten 58 befinden sich jeweils in den Randbereichen der Verlängerungen 57, so daß die Steuereinrichtung 40 in die Kühlvorrichtung 50 eingeschoben und somit unter dieser fest fixiert werden kann.

Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung der Leistungselektronik 10 wird zunächst gewährleistet, daß die empfindlichen Bauelemente durch Schmutz oder Feuchtigkeit weder verunreinigt noch beschädigt werden können. Dies wird zunächst durch die im wesentlichen einteilige Ausgestaltung des Gehäuses 70 erreicht. Um weiterhin einen Eintritt von Schmutz oder Feuchtigkeit über die Gehäuseöffnung 71 zu verhindern, ist zwischen dem Deckelelement 72 und dem Gehäuse 70 vorteilhaft ein geeignetes Dichtungselement vorgesehen. Da das Deckelelement 72 lösbar mit dem Gehäuse 70 verbunden ist, kann das Gehäuse 70 zu Wartungs- oder Reparaturzwecken der Leistungselektronik 10 auf einfache Weise geöffnet und anschließend wieder verschlossen werden.

In einer weiteren Ausgestaltungsform kann das Gehäuse 70 als an beiden Seiten offener Rohrkörper ausgebildet sein. Auf der einen Seite wird die Gehäuseöffnung 71 des Gehäuses 70 von dem Deckelelement 72 verschlossen. Auf der gegenüberliegenden Seite kann dann das Abdeckelement 74 derart ausgebildet sein, daß es als weiteres Deckelelement für das Gehäuse 70 fungieren kann. Ein solches Gehäuse ist besonders einfach und kostengünstig herstellbar.

Durch die entsprechende Anordnung der Kondensatoren 21, der Leistungshalbleiter 22, der Leistungsverschiebung 23 und der Steuereinrichtung 40 wird eine kompakte und damit platzsparende Bauweise der Leistungselektronik 10 erreicht. Durch die entsprechende Ausgestaltung der Kühlvorrichtung 50, die sich jeweils in die Zwischenräume zwischen den Leistungshalbleitern 22, den Kondensatoren 21 und der Steuereinrichtung 40 erstreckt, kann der zwischen diesen Bauelementen bestehende Zwischenraum optimal genutzt werden. Dies führt ebenfalls zu einer weiteren Einsparung beim erforderlichen Bauraum für die Leistungselektronik 10.

#### Patentansprüche

1. Leistungselektronik zum Steuern einer elektrischen Maschine, mit einem Leistungsteil (20), der eine Anzahl von Kondensatoren (21) und eine Anzahl von Leistungshalbleitern (22) aufweist, die mit einer Leistungsverschiebung (23) verbunden sind, einer Steuereinrichtung (40) für den Leistungsteil (20) und einer Kühlvorrichtung (50), die derart mit den Kondensatoren (21) und/oder den Leistungshalbleitern (21) und/oder der Steuereinrichtung (40) verbunden ist, daß zwischen diesen und der Kühlvorrichtung (50) ein thermischer Austausch stattfindet oder stattfinden kann.
2. Leistungselektronik nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlvorrichtung (50) als Profilelement ausgebildet ist, und daß die Kühleinrichtung (50) insbesondere einen im wesentlichen U-förmigen Querschnitt aufweist.
3. Leistungselektronik nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlvorrichtung (50) wenigstens einen Kühlkanal (54, 56) für ein Kühlmedium aufweist.
4. Leistungselektronik nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlvorrichtung (50) zwei Seitenschenkel (51) und einen Basisbereich (52) aufweist und daß in wenigstens einem der

Seitenschenkel (51) und/oder im Basisbereich (52) der Kühlvorrichtung (50) wenigstens ein Kühlkanal (54, 56) vorgesehen ist.

5. Leistungselektronik nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Anschlußelement (61) zur Verbindung des wenigstens einen Kühlkanals (54, 56) mit einer Quelle für ein Kühlmedium vorgesehen ist.

6. Leistungselektronik nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Kondensatoren (21) innerhalb eines von den Seitenschenkeln (51) und des Basisbereichs (52) der Kühlvorrichtung (50) gebildeten Raums (53) angeordnet sind.

7. Leistungselektronik nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Leistungshalbleiter (22) außerhalb der Seitenschenkel (51) angeordnet sind.

8. Leistungselektronik nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung (40) unterhalb des Basisbereichs (52) angeordnet ist.

9. Leistungselektronik nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Leistungsverschiebung (23) eine Anzahl von Anschlußelementen (26) aufweist.

10. Leistungselektronik nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung (40) wenigstens ein Anschlußelement (41) aufweist.

11. Leistungselektronik nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Gehäuse (70) zur Aufnahme des Leistungsteils (20), der Steuereinrichtung (40) und der Kühlvorrichtung (50) vorgesehen ist.

12. Leistungselektronik nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß ein Deckelelement (72) zum Verschließen einer Gehäuseöffnung (71) vorgesehen ist und daß das Deckelelement (72) insbesondere lösbar mit dem Gehäuse (70) verbunden ist.

13. Leistungselektronik nach einem der Ansprüche 5, 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Deckelelement (71) eine Anzahl von Öffnungen (73) zum Hindurchführen der Anschlußelemente (26; 41; 61) aufweist.

14. Verwendung einer Leistungselektronik (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 13 zum Steuern einer Synchronmaschine, insbesondere einer permanentenregten Synchronmaschine.

15. Verwendung der Leistungselektronik (10) nach Anspruch 14 zum Steuern eines Starter-Generators, insbesondere eines Starter-Generators für ein Fahrzeug.

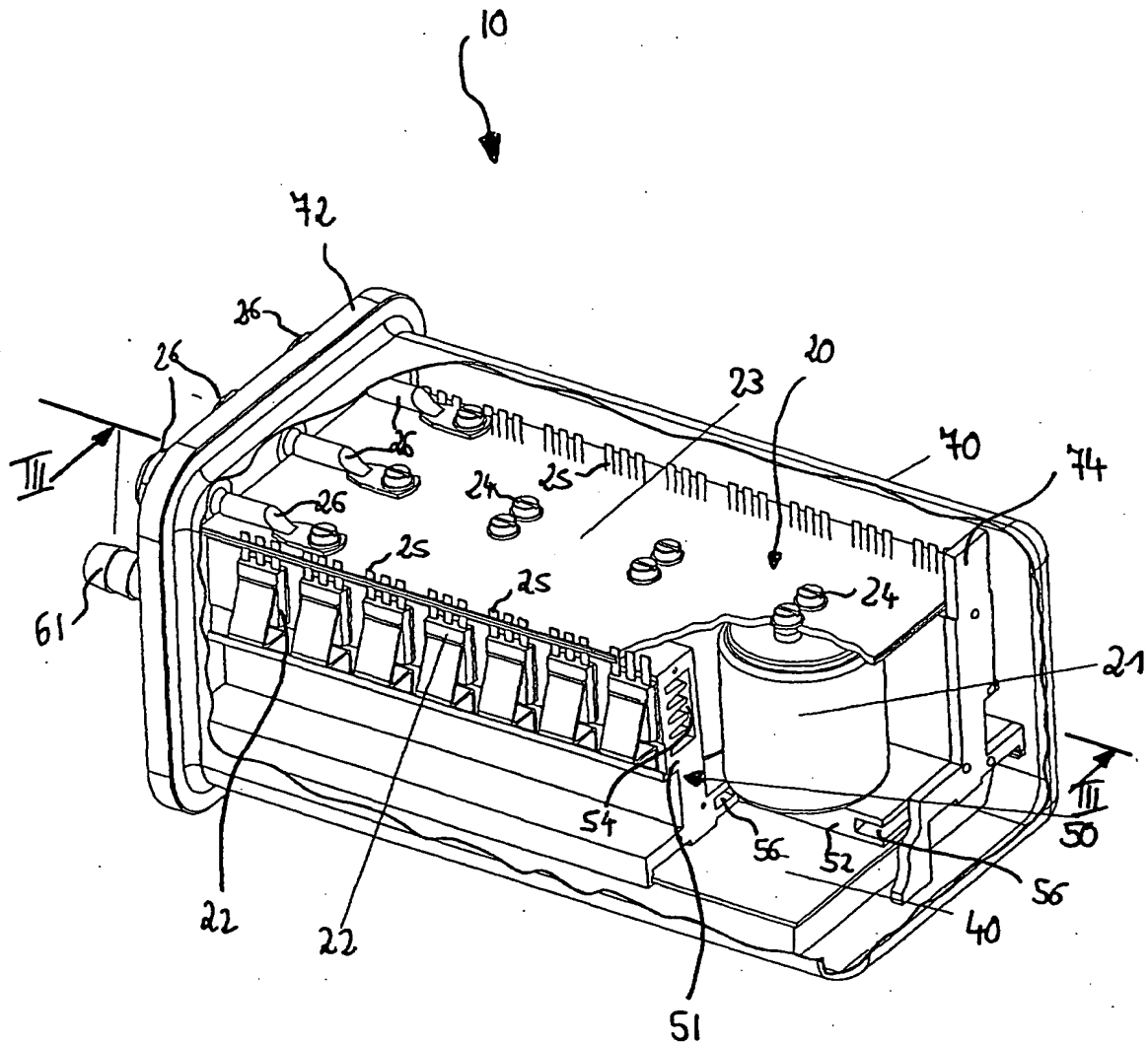
---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -





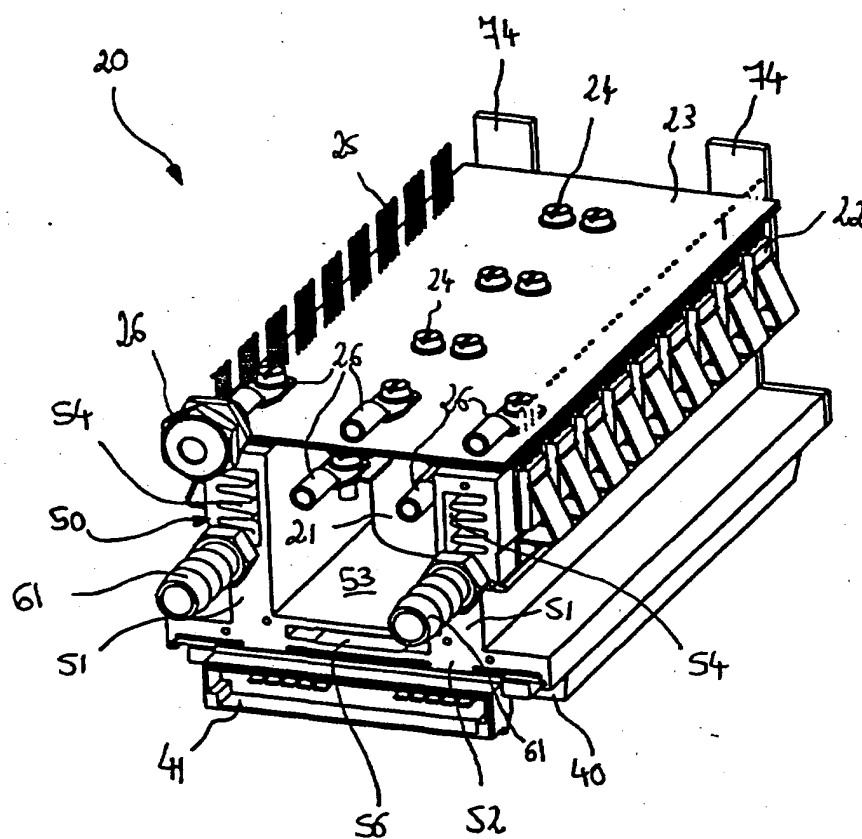


Fig. 2

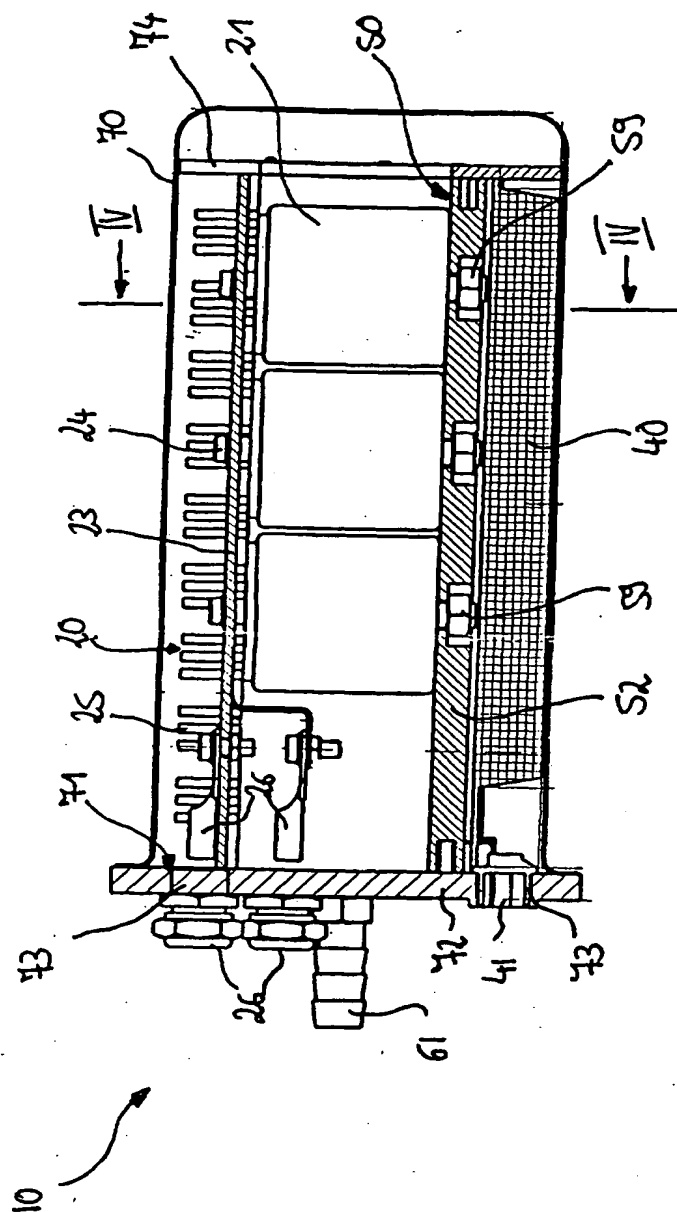


Fig. 3

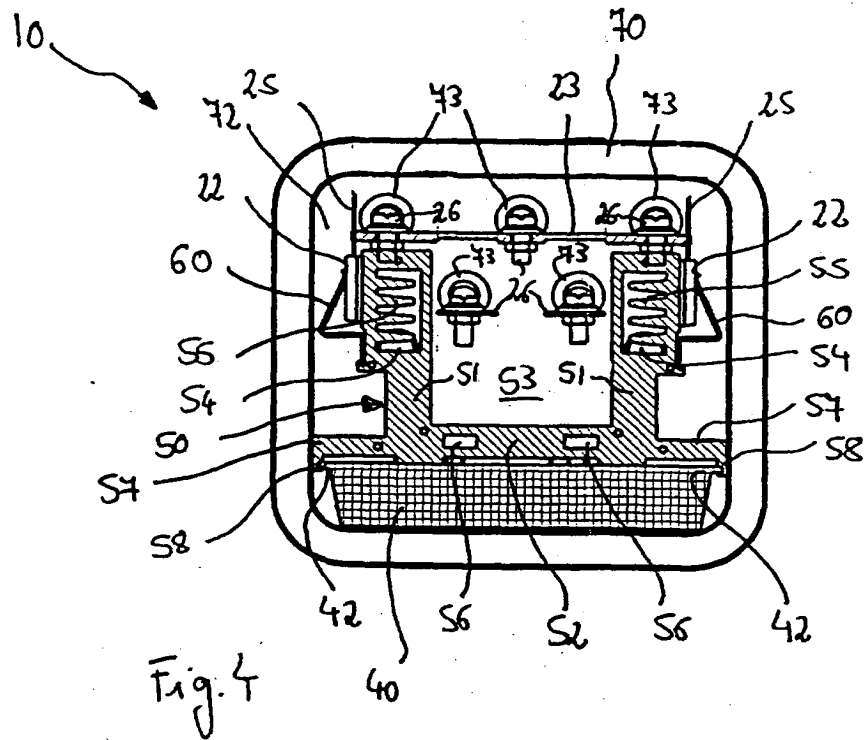
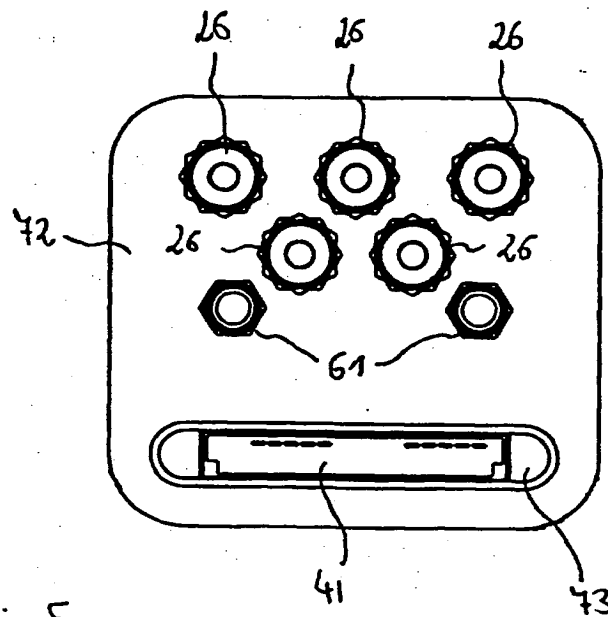


Fig. 5



## Electric system

<b>Veröffentlichungsnummer</b>	DE 10009521
<b>Veröffentlichungsdatum:</b>	2001-08-30
<b>Erfinder</b>	WEIMER JUERGEN (DE)
<b>Anmelder:</b>	MANNESMANN SACHS AG (DE)
<b>Klassifikation:</b>	
- Internationale:	H05K7/20; H02M1/00; H02K9/00; F25B1/00; B60R16/02
- Europäische:	F25D19/00; H05K7/14F7D; H05K7/20G
<b>Aktenzeichen:</b>	DE20001009521 20000229
<b>Prioritätsaktenzeichen:</b>	DE20001009521 20000229

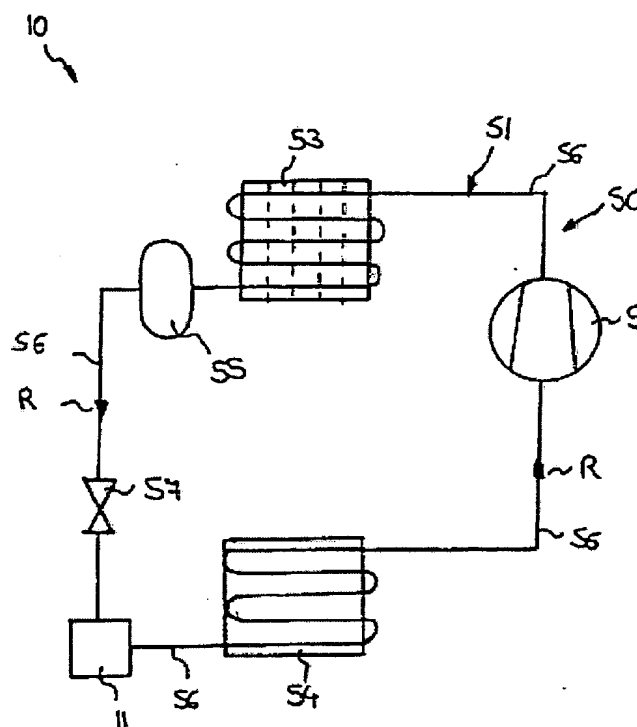
**Auch veröffentlicht als**



US2001017039 (A  
FR2805710 (A1)

Keine Zusammenfassung verfügbar für DE10009521  
Zusammenfassung der korrespondierenden Patentschrift US2001017039

The description relates to an electric system with at least one electric component such as an electric machine and at least one control device for controlling the electric component. The electric system further comprises a cooling device for cooling at least one component part of the at least one electric component or the at least one control device. To achieve an effective and stable cooling of the component part, the cooling device has an air conditioning system with a coolant circuit including an air conditioning compressor, a condenser, an evaporator, and line elements connecting these. The at least one component part to be cooled is arranged in the coolant circuit.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide





①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 100 09 521 A 1**

⑲ Aktenzeichen: 100 09 521.6  
⑳ Anmeldetag: 29. 2. 2000  
㉑ Offenlegungstag: 30. 8. 2001

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**H 05 K 7/20**  
H 02 M 1/00  
H 02 K 9/00  
F 25 B 1/00  
B 60 R 16/02

DE 100 09 521 A 1

⑦1 Anmelder:  
Mannesmann Sachs AG, 97424 Schweinfurt, DE

⑦2 Erfinder:  
Weimer, Jürgen, Dipl.-Ing., 97502 Euerbach, DE

⑤6 Entgegenhaltungen:

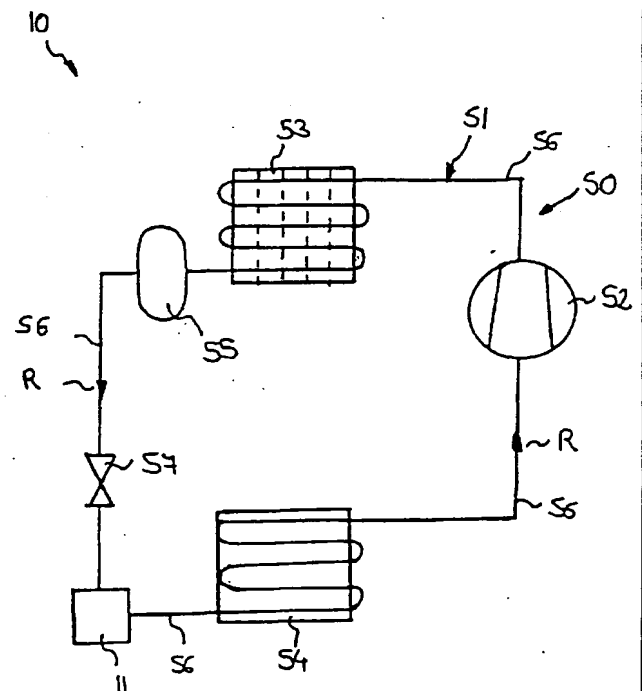
DE	28 23 666 C2
DE	198 26 733 A1
DE	198 01 792 A1
DE	195 45 922 A1
DE	44 42 867 A1
GB	21 83 304 A
US	58 96 922 A
EP	04 00 335 B1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Elektrisches System

⑤7 Es wird ein elektrisches System (10) beschrieben, mit wenigstens einer elektrischen Komponente, beispielsweise einer elektrischen Maschine, mit wenigstens einer Steuereinrichtung zum Steuern der elektrischen Komponente und mit einer Kühleinrichtung zum Kühlen zumindest eines Bestandteils (11) der wenigstens einen elektrischen Komponente und/oder zumindest eines Bestandteils der wenigstens einen Steuereinrichtung, beispielsweise von deren Leistungselektronik. Um eine sehr leistungsfähige und stabile Kühlung des Bestandteils (11) zu erreichen, ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß die Kühleinrichtung eine Klimaanlage (50) aufweist, daß die Klimaanlage (50) einen Kältemittelkreislauf (51) mit einem Klimakompressor (52), einem Kondensator (53), einem Verdampfer (54) und diese Elemente verbindenden Leitungsegmenten (56) aufweist, wobei der wenigstens eine zu kühlende Bestandteil (11) der wenigstens einen elektronischen Komponente und/oder der wenigstens einen Steuereinrichtung im Kältemittelkreislauf (51) angeordnet ist.



DE 100 09 521 A 1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein elektrisches System gemäß dem Oberbegriff von Patentanspruch 1. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Kraftfahrzeug gemäß dem Oberbegriff von Patentanspruch 10.

Elektrische Systeme weisen üblicherweise wenigstens eine elektrische Komponente auf, die über wenigstens eine Steuereinrichtung gesteuert wird/werden. Derartige elektrische Systeme sind in der Praxis weit verbreitet.

Unter anderem finden sie Anwendung in der Automobilindustrie. Hier werden elektrische Systeme in verschiedensten Funktionen eingesetzt. Beispielsweise kann es sich bei der oder den elektrischen Komponente(n) um elektrische Antriebe aller Art handeln. Auch ist der Einsatz elektrischer Komponenten in der Antriebsanordnung von Kraftfahrzeugen, beispielsweise im Antriebsstrang weit verbreitet.

Bei einer Art solcher Komponenten handelt es sich beispielsweise um elektrische Maschinen, etwa Synchronmaschinen, zur Erzeugung von elektrischer Energie. Die erzeugte elektrische Energie kann dann verschiedensten Verbrauchern zur Verfügung gestellt werden. Eine mögliche Form solcher elektrischer Maschinen ist beispielsweise der sogenannte Kurbelwellen-Starter-Generator, der in Verbindung mit einer entsprechenden Kupplung im Antriebsstrang von Personenkraftfahrzeugen integriert ist. Bei einem Kurbelwellen-Starter-Generator handelt es sich beispielsweise um eine permanentmagnetenerregte Synchronmaschine, die zwischen der Kurbelwelle des Verbrennungsmotors und einer Kupplung im Antriebsstrang angeordnet ist. Mit Hilfe des Kurbelwellen-Starter-Generators kann zum einen der Verbrennungsmotor gestartet werden. Weiterhin kann dieser im Fahrbetrieb als Generator arbeiten, also Starter und Generator im Kraftfahrzeug ersetzen.

Die elektrischen Komponenten, wie beispielsweise der vorstehend beschriebene Kurbelwellen-Starter-Generator, werden in der Regel über eine Steuereinrichtung gesteuert. Die Steuereinrichtung kann über verschiedene Bestandteile verfügen. Bei einem dieser Bestandteile handelt es sich beispielsweise um die sogenannte Leistungselektronik.

Ein Beispiel für eine solche Leistungselektronik ist in der von der Anmelderin ebenfalls eingereichten älteren Patentanmeldung DE 199 13 450.2 beschrieben. Diese Leistungselektronik besteht aus einem Leistungsteil, der eine Anzahl von Kondensatoren und eine Anzahl von Leistungshalbleitern aufweist, wobei die Leistungshalbleiter mit einer Leistungsverschiebung verbunden sind. Weiterhin verfügt die Leistungselektronik über eine Steuerungskomponente für den Leistungsteil. Für die Steuerung ist beispielsweise ein leistungsfähiger Mikrocontroller in der Steuerungskomponente vorhanden. Weiterhin ist eine Einrichtung für die Spannungsversorgung vorgesehen. Über die Leistungselektronik wird/werden die mit ihr verbundene(n) elektrische(n) Komponente(n) gesteuert.

Während des Betriebs einer elektrischen Komponente oder einer Steuereinrichtung entsteht üblicherweise Verlustwärme, die abgeführt werden muß.

Hierzu kann jeweils eine separate Kühleinrichtung vorgesehen sein, die dann die erforderliche Kühlung vornimmt. Eine solche Lösung ist jedoch sehr energieintensiv, da die einzelnen Elemente der Kühleinrichtung, wie beispielsweise Pumpen oder dergleichen, angetrieben werden müssen. Weiterhin benötigt eine solche Lösung relativ viel Bauraum, was insbesondere im Bereich der Automobilindustrie wegen des geringen Platzangebots im Motorraum sehr nachteilig ist.

Wenn beispielsweise eine wie vorstehend beschriebene Leistungselektronik für eine elektrische Maschine in einem

Fahrzeug gekühlt werden soll, kann diese eine Kühlkomponente aufweisen, die derart mit den einzelnen Bestandteilen der Leistungselektronik verbunden ist, daß zwischen diesen Bestandteilen und der Kühleinrichtung ein thermischer Austausch stattfindet. Wenn die Leistungselektronik in einem Fahrzeug verwendet wird, kann die Quelle für ein die Kühlkomponente durchströmendes Kühlmedium der konventionelle Kühlkreislauf des Verbrennungsmotors sein. Das Anschlußelement der Kühlkomponente ist dabei mit dem Kühlkreislauf des Verbrennungsmotors verbunden, so daß das im Verbrennungsmotor zirkulierende Kühlwasser auch die Kühlkomponente der Leistungselektronik durchströmt. Dadurch können zusätzliche Kühler, Pumpen oder dergleichen für die Kühlkomponente wegfallen.

Bei einer solchen Lösung weist das Kühlmedium beim Eintritt in die Leistungselektronik jedoch bereits eine relativ hohe Temperatur auf.

Es besteht daher das Bedürfnis, die Kühlleistungen und Kühlwirkungen der Kühleinrichtung für eine elektrische Komponente und/oder eine Steuereinrichtung für die elektrische Komponente weiter zu verbessern.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein elektrisches System der bekannten Art derart weiterzubilden, daß eine besonders leistungsfähige und stabile Kühlung der elektrischen Komponente(n) und/oder der Steuereinrichtung(en) erreicht wird. Weiterhin soll das elektrische System auf konstruktiv einfache, billige und platzsparende Weise bereitgestellt werden können. Darüber hinaus soll ein entsprechend verbessertes Kraftfahrzeug bereitgestellt werden.

Diese Aufgabe wird gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung gelöst durch ein elektrisches System, mit wenigstens einer elektrischen Komponente, mit wenigstens einer Steuereinrichtung zum Steuern der elektrischen Komponente(n) und mit einer Kühleinrichtung zum Kühlen zumindest eines Bestandteils der wenigstens einen elektrischen Komponente und/oder zumindest eines Bestandteils der wenigstens einen Steuereinrichtung, wobei das elektrische System erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet ist, daß die Kühleinrichtung eine Klimaanlage aufweist, daß die Klimaanlage einen Kältemittelkreislauf mit einem Klimakompressor, einem Kondensator, einem Verdampfer und diese Elemente verbindenden Leitungselementen aufweist und daß der wenigstens eine zu kühlende Bestandteil der wenigstens einen elektrischen Komponente und/oder der wenigstens einen Steuereinrichtung im Kältemittelkreislauf angeordnet ist.

Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung des elektrischen Systems wird erreicht, daß das oder die zu kühlende(n) Element(e) auf besonders leistungsfähige und stabile Weise gekühlt werden kann/können.

Mit der Kühleinrichtung können sowohl elektrische Komponenten, als auch Steuereinrichtungen zum Steuern solcher elektrischer Komponenten gekühlt werden. Die vorliegende Erfindung ist nicht auf bestimmte Beispiele oder Ausführungsformen solcher elektrischer Komponenten oder Steuereinrichtungen beschränkt.

Das elektrische System gemäß der vorliegenden Erfindung weist wenigstens eine solche elektrische Komponente auf. Es ist jedoch auch möglich, daß das elektrische System mehrere elektrische Komponenten beinhaltet. Als elektrische Komponente wird dabei jede Art von Bauteil verstanden, das entweder elektrische Energie verbraucht, oder aber elektrische Energie erzeugt. Weiterhin ist wenigstens eine Steuereinrichtung vorgesehen, mit der die elektrische(n) Komponente(n) gesteuert wird/werden. Dabei ist es denkbar, daß jeweils einer elektrischen Komponente eine eigene Steuereinrichtung zugeordnet ist. Natürlich kann eine Steu-



ereinrichtung auch die Steuerung mehrerer elektrischer Komponenten übernehmen.

Zumindest einzelne Bestandteile der wenigstens einen elektrischen Komponente und/oder der wenigstens einen Steuereinrichtung erzeugen bei ihrem Betrieb Verlustwärme, die auf geeignete Weise abgeführt werden muß. Die Abführung der Verlustwärme erfolgt dabei über eine Kühleinrichtung.

Erfindungsgemäß ist nun vorgesehen, daß die Kühleinrichtung eine Klimaanlage aufweist. Mit einer Klimaanlage wird eine besonders leistungsstarke und stabile Kühlung ermöglicht. Klimaanlagen sind an sich bereits bekannt. Der Aufbau einer Klimaanlage, insbesondere einer Klimaanlage für ein Automobil, ist beispielsweise in "Kraftfahrtechnisches Taschenbuch/Bosch" 22. Auflage, Seiten 737 ff beschrieben, wobei der Offenbarungsgehalt dieser Textpassage bezüglich der Klimaanlagen in die Beschreibung der vorliegenden Erfindung miteinbezogen wird.

Eine Klimaanlage weist üblicherweise einen Kältemittelkreislauf auf, der wiederum aus einer Reihe einzelner Komponenten besteht. Zu nennen sind hier beispielsweise der Klimakompressor, der Kondensator, der Verdampfer sowie verschiedene, diese Elemente verbindende Leitungssegmente.

Der Kompressor, auch Verdichter genannt, bewirkt den Umlauf des den Kältemittelkreislauf durchströmenden Kältemittels. Dazu saugt der Kompressor kaltes, gasförmiges Kältemittel vom Verdampfer an, verdichtet dieses und drückt das Kältemittel anschließend zum Kondensator.

Im Kondensator, auch Verflüssiger genannt, wird das noch gasförmige, allerdings durch die Verdichtung erhitzte, Kältemittel abgekühlt, wobei es vom gasförmigen Zustand in den flüssigen Zustand übergeht (kondensiert).

Das nunmehr verflüssigte Kältemittel wird anschließend dem Verdampfer zugeführt. Üblicherweise tritt das flüssige Kältemittel mit erhöhtem Druck in den Verdampfer ein und wird in diesem bei niedrigem Druck in den gasförmigen Zustand überführt. Bei diesem Vorgang entzieht das Kältemittel seiner Umgebung die erforderliche Wärmeenergie, die es zum Verdampfen benötigt.

Die einzelnen Komponenten des Kältemittelkreislaufs sind über Leitungssegmente miteinander verbunden, durch die das entweder flüssige oder gasförmige Kältemittel hindurchströmt.

In diesen Kältemittelkreislauf wird nun der wenigstens eine zu kühlende Bestandteil der wenigstens einen elektrischen Komponente und/oder der wenigstens einen Steuereinrichtung angeordnet. Das bedeutet, daß die hohe Kühlleistung der Klimaanlage auch zur Kühlung des oder der Bestandteile herangezogen werden kann.

Wenn das elektrische System beispielsweise in einem Kraftfahrzeug vorgesehen ist, läßt sich eine besonders kompakte Bauweise realisieren, da zusätzliche Bauelemente zur Kühlung des elektrischen Systems nicht erforderlich sind, und eine Klimaanlage in den meisten Fällen ohnehin im Fahrzeug vorhanden ist. Beispiele dazu, wo und wie die zu kühlenden Bestandteile im Kältemittelkreislauf angeordnet werden können, werden im weiteren Verlauf der Beschreibung näher erläutert.

Der Einsatz des Kältemittelkreislaufs einer Klimaanlage zum Kühlen des oder der Bestandteile weist eine Reihe von Vorteilen auf. Zum einen können eventuelle Temperaturschwankungen ausgeschlossen werden. Wie im Hinblick auf den Stand der Technik beschrieben wurde, können solche Temperaturschwankungen beispielsweise dann auftreten, wenn eine elektrische Komponente und/oder eine Steuereinrichtung in einem Kraftfahrzeug über den Kühlkreislauf des Verbrennungsmotors mitgekühlt werden soll. Die Tempera-

tur des Kühlmediums in einem solchen bekannten Kühlsystem hängt von den unterschiedlichen Betriebszuständen des Fahrzeugs ab und kann deshalb nicht unerheblich variieren. Eine Klimaanlage hingegen erzeugt immer, das heißt unabhängig von unterschiedlichen Betriebszuständen, eine im wesentlichen konstante und niedrige Temperatur.

Weiterhin kann die Lebensdauer der einzelnen Elemente der zu kühlenden Bestandteile verbessert werden, da diese keiner thermischen Wechselbelastung und keinen großen Temperaturzyklen mehr ausgesetzt sind. Deshalb läßt sich die erfindungsgemäße Kühlung besonders vorteilhaft bei Steuereinrichtungen einsetzen, da diese in der Regel eine Reihe hoch sensibler Bauelemente, wie Leistungshalbleiter oder dergleichen, aufweisen.

Durch die verbesserte Kühlung lassen sich neben einer erhöhten Lebensdauer auch verbesserte Wirkungsgrade erzielen. Auch ist es möglich, die einzelnen Bauelemente, beispielsweise die Leistungshalbleiter einer Steuereinrichtung, auf Grund der verbesserten Kühlwirkung kleiner zu dimensionieren. Durch die gute Kühlung ist es weiterhin möglich, die einzelnen Elemente der zu kühlenden elektrischen Komponente oder Steuereinrichtung in geringerem Abstand zueinander zu montieren, was zu einem reduzierten Platzbedarf der gesamten elektrischen Komponente beziehungsweise der Steuereinrichtung führt. Dies ist insbesondere im Automobilsektor von erheblicher Bedeutung.

Durch eine Reduzierung der Temperatur des Kühlmediums lassen sich nicht zuletzt die auf Grund von Hitze entstehenden Verluste in der elektrischen Komponente oder der Steuereinrichtung, beispielsweise in deren Leistungselektronik, drastisch reduzieren.

Bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen elektrischen Systems ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Vorzugsweise kann das den Kältemittelkreislauf durchströmende Kältemittel in seinem Ausgangszustand eine Flüssigkeit sein. Der wenigstens eine zu kühlende Bestandteil der wenigstens einen elektrischen Komponente und/oder der wenigstens einen Steuereinrichtung kann eine Anzahl von Kühlkanälen aufweisen und derart im Kältemittelkreislauf angeordnet sein, daß die Kühlkanäle vom Kältemittel durchströmt werden.

In diesem Fall zirkuliert das Kältemittel im geschlossenen Kältemittelkreislauf im Leitungssystem sowie den darin angeordneten Komponenten, wobei es ständig zwischen flüssigem und gasförmigen Zustand wechselt. Als bevorzugtes Kältemittel kann dabei das bekannte Kältemittel R 134 A verwendet werden.

Der/die zu kühlende Bestandteil(e) ist/sind derart im Kältemittelkreislauf angeordnet, daß sie von dem Kältemittel durchströmt werden können. Dazu können beispielsweise in dem/den Bestandteil(en) entsprechende Kühlkanäle vorgesehen sein. Der/die zu kühlende Bestandteil(e) kann somit in das Leitungssystem des Kältemittelkreislaufs integriert werden, indem er/sie zwischen zwei Leitungssegmenten angeordnet wird/werden. Die einzelnen Kühlkanäle können über eine entsprechende Koppereinrichtung mit den Leitungssegmenten verbunden werden, so daß das die Leitungssegmente durchströmende Kältemittel auch durch den/die zu kühlenden Bestandteil(e) hindurchströmt.

In anderer Ausgestaltung ist es möglich, daß das den Kältemittelkreislauf durchströmende Kältemittel auch in seinem Ausgangszustand ein Gas ist, und daß der wenigstens eine zu kühlende Bestandteil der wenigstens einen elektrischen Komponente und/oder der wenigstens einen Steuereinrichtung derart im Kältemittelkreislauf angeordnet ist, daß er, oder zumindest einzelne Elemente des Bestandteils, vom Kältemittel umspült werden.

Neuerdings gibt es nämlich Bestrebungen, das bisher übliche Kältemittel durch ein Gas, beispielsweise Kohlendioxid, zu ersetzen. In diesem Fall kann/können der/die zu kühlende(n) Bestandteil(e), beziehungsweise einzelne Elemente davon, innerhalb des Gasstroms angeordnet werden, so daß diese Bauelemente von dem Kühlgas – vorzugsweise allseitig – umspült werden. Dies gewährleistet eine besonders effektive Kühlung.

Wie weiter oben beschrieben wurde, ist die Erfindung nicht auf bestimmte elektrische Komponenten oder Steuereinrichtungen beschränkt. Zur besseren Verdeutlichung soll die Erfindung jedoch nachfolgend an Hand eines konkreten – nicht ausschließlichen – Beispiels aus dem Automobilbereich beschrieben werden.

Vorzugsweise kann die elektrische Komponente als elektrische Maschine ausgebildet sein, wobei die elektrische Maschine einen Rotor und einen Stator aufweist, und wobei der Stator und/oder der Rotor über die Kühleinrichtung gekühlt werden. Bei einer solchen Maschine kann es sich beispielsweise um einen wie eingangs beschriebenen Kurbelwellen-Starter-Generator handeln. Die im Stator beziehungsweise Rotor entstehende Verlustwärme wird üblicherweise über ein Kühlsystem abgeführt, das eine Reihe von Kühlkanälen aufweist, die den Stator beziehungsweise Rotor durchsetzen. Die einzelnen Kühlkanäle werden von einem Kühlmedium durchströmt, wobei die entstandene Verlustwärme vom Kühlmedium aufgenommen und abgeführt wird.

Bei Verwendung einer solchen elektrischen Maschine in einem Kraftfahrzeug erfolgte die Kühlung des Stators beziehungsweise Rotors bisher über den Kühlkreislauf des Verbrennungsmotors. Durch eine wie vorstehend beschriebene erfindungsgemäße Kühlung über die Klimaanlage, beziehungsweise den Kältemittelkreislauf, können der Kühleffekt nunmehr verbessert und die weiter oben beschriebenen Vorteile erzielt werden.

Besonders vorteilhaft kann eine Steuereinrichtung in der erfindungsgemäßen Weise gekühlt werden. Die Steuereinrichtung weist vorteilhaft eine Leistungselektronik auf, wobei die Leistungselektronik über die Kühleinrichtung gekühlt wird. Der Aufbau einer solchen Leistungselektronik ist beispielsweise in der eingangs genannten DE 199 13 450.2 beschrieben, deren Offenbarungsgehalt insoweit in die Beschreibung der vorliegenden Erfindung mitbezogen wird.

Die Leistungselektronik weist vorzugsweise eine Kühlkomponente mit wenigstens einem Kühlkanal für das Kältemittel auf, wobei der wenigstens eine Kühlkanal derart im Kältemittelkreislauf angeordnet ist, daß er vom Kältemittel durchströmt wird. Durch die besonders gute Kühlwirkung, die durch die Verwendung des Kältemittelkreislaufs der Klimaanlage erzielt werden kann, können die einzelnen Elemente der Leistungselektronik geringer dimensioniert und enger zusammengebaut werden. Dadurch kann der Platzbedarf der Leistungselektronik erheblich reduziert werden, was insbesondere im Fahrzeugsektor von enormem Vorteil ist.

Ein Ausführungsbeispiel für eine derart ausgestaltete Leistungselektronik ist in Bezug auf die Fig. 1 näher beschrieben.

Der/die zu kühlende Bestandteil(e) kann an verschiedenen Stellen im Kältemittelkreislauf angeordnet sein. Dabei ist die Erfindung nicht auf bestimmte Anordnungsvarianten beschränkt. Nachfolgend werden einige – nicht ausschließliche – Beispiele vorgestellt.

Vorzugsweise kann der wenigstens eine zu kühlende Bestandteil der wenigstens einen elektrischen Komponente und/oder der wenigstens einen Steuereinrichtung im Kälte-

mittelkreislauf vor dem Verdampfer angeordnet sein. In diesem Ausführungsbeispiel befindet sich der wenigstens eine zu kühlende Bestandteil zwischen dem Kondensator und dem Verdampfer, so daß dieser, bei Verwendung eines im Ausgangszustand flüssigen Kältemittels, von flüssigem Kältemittel durchströmt wird.

Es ist auch denkbar, daß der wenigstens eine zu kühlende Bestandteil der wenigstens einen elektrischen Komponente und/oder der wenigstens einen Steuereinrichtung im Kältemittelkreislauf nach dem Verdampfer angeordnet ist. Bei Verwendung eines im Ausgangszustand flüssigen Kältemittels wird der wenigstens eine zu kühlende Bestandteil somit von gasförmigem Kältemittel durchströmt.

In weiterer Ausgestaltung kann der wenigstens eine zu kühlende Bestandteil der wenigstens elektrischen Komponente und/oder der wenigstens einen Steuereinrichtung in einer den Verdampfer umgehenden Bypassleitung angeordnet sein. Diese Ausgestaltungsvariante hat bei Verwendung entsprechender Ventile den Vorteil, daß der zu kühlende Bestandteil je nach Bedarf dem Kältemittelkreislauf zugeschaltet oder von diesem abgeschaltet werden kann.

Natürlich sind auch andere Anordnungsvarianten möglich, wobei auch Kombinationen einzelner Anordnungsvarianten denkbar sind.

Gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung wird ein Kraftfahrzeug bereitgestellt, das eine Klimaanlage aufweist, und das durch ein wie vorstehend beschriebenes erfindungsgemäßes elektrisches System gekennzeichnet ist.

Kraftfahrzeuge weisen heutzutage in den meisten Fällen eine Klimaanlage auf. Dadurch sind für die Kühlung einzelner Bestandteile keine zusätzlichen Bauelemente erforderlich. Dies führt zu einer Reduktion des erforderlichen Platzbedarfs. Weiterhin ist durch die besonders gute Kühlleistung einer Klimaanlage eine stabile und optimale Kühlung von zu kühlenden Bestandteilen des elektrischen Systems möglich.

Zu den Vorteilen, Wirkungen, Effekten sowie der Funktionsweise des elektrischen Systems im Kraftfahrzeug wird ebenfalls auf die vorstehenden Ausführungen zum erfindungsgemäßen elektrischen System selbst vollinhaltlich Bezug genommen und hiermit verweisen.

Vorteilhaft kann eine elektrische Komponente des elektrischen Systems als elektrische Maschine, insbesondere als Starter-Generator ausgebildet sein, wobei eine weiterhin vorgesehene Steuereinrichtung vorzugsweise zum Steuern dieser elektrischen Maschine ausgebildet ist.

Erfindungsgemäß kann somit ein Kraftfahrzeug mit einer konstruktiv einfachen, billigen, platzsparenden und dennoch leistungsfähigen Kühleinrichtung für elektrische Komponenten eines Starter-Generator-Systems bereitgestellt werden, das insbesondere zum Kühlen von dessen Leistungselektronik geeignet ist.

Die Erfindung ist nicht auf bestimmte Komponenten innerhalb des Kraftfahrzeugs beschränkt. Sie kann im Zusammenhang mit jeder im Antriebsstrang oder in dessen Peripherie, zum Beispiel im Bordnetz, befindlicher elektrischer Komponente und/oder jeder Steuereinrichtung für eine solche Komponente verwendet werden.

Gemäß einem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung kann der Kältemittelkreislauf einer Klimaanlage zum Kühlen wenigstens einen Bestandteils einer elektrischen Komponente, insbesondere einer elektrischen Maschine, und/oder wenigstens eines Bestandteils einer Steuereinrichtung zum Steuern der elektrischen Komponente(n), insbesondere einer Leistungselektronik, verwendet werden.

Die Erfindung wird nun an Hand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

**Fig. 1** eine perspektivische, teilweise geschnittene Ansicht eines als Leistungselektronik ausgebildeten Bestandteils einer Steuereinrichtung, die gekühlt werden soll;

**Fig. 2** eine schematische Schaltungsskizze eines Ausführungsbeispiels für ein elektrisches System gemäß der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 3** eine schematische Schaltungsskizze einer weiteren Ausführungsform eines erfindungsgemäßen elektrischen Systems; und

**Fig. 4** eine schematische Schaltungsskizze noch einer weiteren Ausführungsform eines erfindungsgemäßen elektrischen Systems.

In **Fig. 1** ist eine Leistungselektronik **20** zum Steuern einer elektrischen Maschine dargestellt, wobei es sich bei der elektrischen Maschine um einen Starter-Generator für ein Fahrzeug handelt, der als permanenterregte Synchronmaschine ausgebildet sein kann. Die Leistungselektronik **20** stellt einen Bestandteil **11** (siehe **Fig. 2** bis **4**) einer Steuereinrichtung dar, der auf besonders vorteilhafte Weise gekühlt werden soll. Dies wird im Hinblick auf die **Fig. 2** bis **4** näher beschrieben.

Die Leistungselektronik **20** weist ein Gehäuse **29** auf, das als Aluminium-Tiefziehteil hergestellt ist. Das Gehäuse **29** ist bis auf eine Gehäuseöffnung in der Stirnseite allseitig geschlossen. Die Gehäuseöffnung ist über ein Deckelelement verschlossen, wobei das Deckelelement lösbar mit dem Gehäuse **29** verbunden ist. Das Deckelelement weist eine Anzahl von Öffnungen auf, durch die eine Anzahl von Anschlußelementen **27**, **36** hindurchgeführt sind. Das Deckelelement fungiert somit als Anschlußplatte der Leistungselektronik **20**.

Bei den Anschlußelementen handelt es sich um eine Anzahl von Anschlußelementen **27**, die mit einem Leistungsteil **21** der Leistungselektronik **20** verbunden sind. Weiterhin sind durch das Deckelelement Anschlußelemente **36** hindurchgeführt, über die eine Kühlkomponente **30** mit einer Kühleinrichtung verbunden werden kann.

Wie aus **Fig. 1** zu ersehen ist, weist die Leistungselektronik **20** einen Leistungsteil **21** auf. Der Leistungsteil **21** verfügt über eine Anzahl von Kondensatoren **22**. Die Kondensatoren **22** sind über eine Schraubverbindung **25** mit einer Leistungsverschiebung **24** verbunden. Die Leistungsverschiebung **24** besteht vorzugsweise aus Kupfer.

Weiterhin weist der Leistungsteil **21** eine Anzahl von Leistungshalbleitern **23** auf, die über eine Steckverbindung **26** ebenfalls mit der Leistungsverschiebung **24** verbunden sind. Dazu weisen die Leistungshalbleiter **23** eine Anzahl von Laschen auf, die durch die Leistungsverschiebung **24** hindurchgesteckt sind und beispielsweise über eine Lötverbindung oder dergleichen mit dieser verbunden sind. Bei den Leistungshalbleitern handelt es sich beispielsweise um MOSFETs. Sowohl die Kondensatoren **22**, als auch die Leistungshalbleiter **23**, sind über die Leistungsverschiebung **24** verschaltet.

Zum Betrieb der Leistungselektronik **20** ist weiterhin eine als Platine ausgebildete zentrale Steuerungskomponente **28** vorgesehen, die sämtliche Steuerungs-, Überwachungs- und Regelungsfunktionen einschließlich der Ansteuerung der Leistungshalbleiter **23** übernimmt. Die Steuerungseinrichtung **28** ist unterhalb des Basisbereichs **32** der Kühlkomponente **30** angeordnet. Dadurch kann die Steuerungskomponente **28** durch über den Basisbereich **32** nach unten wirkende Kühlung ebenfalls gekühlt werden.

Die Kondensatoren **22** sind in einer Reihe mittig im Gehäuse **29** angeordnet und werden von zwei Reihen Leistungshalbleitern **23** flankiert, so daß sich die Leistungshalbleiter **23** zwischen der Seitenwand des Gehäuses **29** und den Kondensatoren **22** befinden.

Um die während des Betriebs der Leistungselektronik **20** in den Leistungshalbleitern **23** und den Kondensatoren **22** entstehende Verlustwärme abführen zu können, ist eine Kühlkomponente **30** vorgesehen. Die Kühlkomponente **30** kann als Aluminium-Tiefziehprofil oder -Strangpreßprofil ausgebildet sein und weist einen im wesentlichen U-förmigen Querschnitt auf. Sie verfügt über zwei Seitenschenkel **31** sowie einen Basisbereich **32**. Die Kondensatoren **22** sind in einem von den Seitenschenkeln **31** und dem Basisbereich **32** gebildeten Raum **33** angeordnet, so daß eine Kühlung sowohl in seitlicher Richtung, als auch nach unten und in den Raum hinein erfolgen kann. Die Leistungshalbleiter **23** sind außerhalb der Seitenschenkel **31** von der Kühlkomponente **30** angeordnet, wodurch eine seitliche Kühlung der Leistungshalbleiter **23** über die Seitenschenkel **31** gewährleistet ist. Dazu ist in den Seitenschenkeln **31** jeweils ein Kühlkanal **34** vorgesehen. Dieser kann eine Anzahl von Kühlrippen aufweisen, wodurch die zur Kühlung zur Verfügung stehende Oberfläche innerhalb des Kühlkanals **34** vergrößert ist, was zu einer besonders vorteilhaften Kühlung führt.

Weiterhin sind auch im Basisbereich **32** Kühlkanäle **35** vorgesehen.

Die Kühlkanäle **34**, **35** werden von einem geeigneten Kühlmedium durchströmt. Wie im weiteren Verlauf der Beschreibung noch näher erläutert wird, kann es sich bei dem Kühlmedium vorteilhaft um das in einem Kältemittelkreislauf einer Klimaanlage zirkulierende Kältemittel handeln. Dazu sind die Kühlkanäle **34**, **35** über die Anschlußelemente **36** mit dem Kältemittelkreislauf verbunden.

Die Kühlkanäle **34**, **35** sind an ihrem dem Deckelelement gegenüber liegenden jeweils offenen Ende von einem Abdeckelelement **37** verschlossen. Durch das Abdeckelelement **37** werden die einzelnen Kühlkanäle **34**, **35** entweder in Reihe oder parallel verschaltet, wodurch die Druckverhältnisse und die Durchflußverhältnisse in der Kühlkomponente **30** eingestellt werden können.

Um eine gute Kühlwirkung zu erzielen, ist die Kühlkomponente **30** derart mit den Kondensatoren **22** und den Leistungshalbleitern **23** verbunden, daß zwischen diesen und der Kühlkomponente **30** ein thermischer Austausch stattfindet oder stattfinden kann.

Wie die Kühlung vorteilhaft erfolgen kann, wird in Verbindung mit den **Fig. 2**, **3** und **4** beschrieben. In **Fig. 2** ist ein erstes Ausführungsbeispiel eines elektrischen Systems **10** dargestellt, in dem ein Bestandteil **11** einer elektrischen Komponente und/oder einer Steuereinrichtung auf geeignete Weise gekühlt werden soll. Bei dem Bestandteil **11** soll es sich um eine wie in **Fig. 1** dargestellte und beschriebene Leistungselektronik **20** handeln.

Die Kühlung des Bestandteils **11** erfolgt über eine Kühleinrichtung, die eine Klimaanlage **50** aufweist. Die Klimaanlage **50** verfügt über einen geschlossenen Kältemittelkreislauf **51**, in dem ein in seiner Ausgangsform flüssiges Kältemittel zirkuliert. Im Kältemittelkreislauf **51** ist ein Klimakompressor **52** vorgesehen, der gasförmiges Kältemittel von einem Verdampfer **54** ansaugt, dieses verdichtet und zu einem Kondensator **53** drückt. Im Kondensator **53** wird das bei der Verdichtung erwärmte Kältemittelgas schnell abgekühlt, wobei es vom gasförmigen in den flüssigen Zustand übergeht, das heißt es kondensiert. Dem Kondensator **53** nachgeschaltet ist ein Sammler/Trockner **55**, der als Ausgleichsgefäß und Vorratsbehälter dient. Aus dem Sammler/Trockner **55** wird das nunmehr flüssige Kältemittel in Strömungsrichtung **R** in Richtung des Verdampfers **54** transportiert. Vor Eintritt in den Verdampfer **54** ist ein Entspannungsventil **57** vorgesehen, in dem das unter hohem Druck stehende Kältemittel entspannt wird.

Vor dem Verdampfer **54** ist in dem Kältemittelkreislauf **51**

weiterhin der zu kühlende Bestandteil 11 der Steuereinrichtung (die Leistungselektronik 20) vorgesehen.

Die einzelnen Komponenten des Kältemittelkreislaufs 51 sind über Leitungssegmente 56 miteinander verbunden.

Die Leistungselektronik 20 ist dabei über die Anschlüsselemente 36 derart mit den Leitungssegmenten 56 verbunden, daß das die Leitungssegmente 56 durchströmende Kältemittel auch die Kühlkanäle 34, 35 der Kühlkomponente 30 durchströmt. Dadurch wird in der Leistungselektronik 20 eine besonders leistungsstarke und stabile Kühlung der einzelnen Elemente gewährleistet. Dies führt zu den im Rahmen der Beschreibung weiter oben genannten Vorteilen.

Nach Austritt aus der Leistungselektronik 20 (dem Bestandteil 11) tritt das immer noch flüssige Kältemittel in den Verdampfer 54 ein, wo es aus seinem unter hohem Druck stehenden flüssigen Zustand in einen gasförmigen Zustand bei niedrigerem Druck überführt wird. Bei diesem Vorgang entzieht das Kältemittel seiner Umgebung die zur Verdampfung notwendige Wärmeenergie. Anschließend tritt das nunmehr wieder gasförmige Kältemittel erneut in den Klimakompressor 52 ein.

In Fig. 3 ist ein anderes Ausführungsbeispiel für ein elektrisches System 10 dargestellt. Dieses entspricht in seinem Grundaufbau der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform, so daß gleiche Bauelemente mit identischen Bezugszeichen versehen sind und auf eine erneute Beschreibung des Grundaufbaus zur Vermeidung von Wiederholungen verzichtet wird.

Der Unterschied zwischen der in Fig. 3 dargestellten Ausführungsform und der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform besteht darin, daß der zu kühlende Bestandteil 11 der Steuereinrichtung (die Leistungselektronik 20) nicht vor, sondern hinter dem Verdampfer 54 im Kältemittelkreislauf 51 angeordnet ist. Bei dieser Ausführungsform durchströmt das Kältemittel die Kühlkanäle 34, 35 der Leistungselektronik 20 somit in gasförmigem Zustand.

In Fig. 4 ist noch eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen elektrischen Systems 10 dargestellt. Wiederum entspricht der Grundaufbau des elektrischen Systems 10 den im Hinblick auf die Fig. 2 und 3 beschriebenen Grundaufbau, so daß gleiche Bauelemente wiederum mit identischen Bezugsziffern versehen sind. Zum Grundaufbau sowie zur Funktionsweise des elektrischen Systems 10 gemäß Fig. 4 wird auf die Ausführungen zu den Fig. 2 und 3 Bezug genommen.

Bei dem in Fig. 4 dargestellten Ausführungsbeispiel ist der zu kühlende Bestandteil 11 der Steuereinrichtung (die Leistungselektronik 20) nicht direkt im Kältemittelkreislauf 51 angeordnet. Statt dessen befindet sich der Bestandteil 11 in einer den Verdampfer 54 umgehenden Bypassleitung 14. Eine solche Ausgestaltungsform hat den Vorteil, daß der Bestandteil 11 zu Kühlungszwecken dem Kältemittelkreislauf 51 wahlweise zugeschaltet oder von diesem abgeschaltet werden kann. Um das Kältemittel auf einen geeigneten Druck zu bringen, ist in der Bypassleitung 14 in Strömungsrichtung R des Kältemittels vor dem Bestandteil 11 ein geeignetes Expansionsventil 15 vorgesehen. Das Expansionsventil 15 erfüllt dabei die gleiche Funktion wie das Expansionsventil 57.

Das Expansionsventil 15 kann entweder als eigenständiges Bauteil, oder aber innerhalb des Bestandteils 11 integriert sein. Um die Strömungsmenge des die Bypassleitung 14 und damit den Bestandteil 11 durchströmenden Kältemittels einstellen zu können, können in der Bypassleitung 14 weitere Ventile vorgesehen sein, die diese spezielle Funktion ausführen können. Es ist jedoch auch denkbar, daß die Einstellung der Strömungsgeschwindigkeit und -menge auch über das Expansionsventil 15 geregelt wird.

Das erfindungsgemäße elektrische System 10 macht eine besonders leistungsfähige und stabile Kühlung des Bestandteils 11 der Steuereinrichtung (der Leistungselektronik 20) möglich, wobei die Kühleinrichtung auf konstruktiv einfache, billige, platzsparende Weise realisiert werden kann, da keine zusätzlichen Komponenten und Bauelemente erforderlich sind.

#### Patentansprüche

1. Elektrisches System, mit wenigstens einer elektrischen Komponente, mit wenigstens einer Steuereinrichtung zum Steuern der elektrischen Komponente(n) und mit einer Kühleinrichtung zum Kühlen zumindest eines Bestandteils der wenigstens einen elektrischen Komponente und/oder zumindest eines Bestandteils der wenigstens einen Steuereinrichtung, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kühleinrichtung eine Klimaanlage (50) aufweist, daß die Klimaanlage (50) einen Kältemittelkreislauf (51) mit einem Klimakompressor (52), einem Kondensator (53), einem Verdampfer (54) und diese Elemente verbindenden Leitungssegmenten (56) aufweist und daß der wenigstens eine zu kühlende Bestandteil (11; 20) der wenigstens einen elektrischen Komponente und/oder der wenigstens einen Steuereinrichtung im Kältemittelkreislauf (51) angeordnet ist.
2. Elektrisches System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das den Kältemittelkreislauf (51) durchströmende Kältemittel in seinem Ausgangszustand eine Flüssigkeit ist und daß der wenigstens eine zu kühlende Bestandteil (11; 20) der wenigstens einen elektrischen Komponente und/oder der wenigstens einen Steuereinrichtung eine Anzahl von Kühlkanälen (34, 35) aufweist und derart im Kältemittelkreislauf (51) angeordnet ist, daß die Kühlkanäle (34, 35) vom Kältemittel durchströmt werden.
3. Elektrisches Systeme nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das den Kältemittelkreislauf (51) durchströmende Kältemittel in seinem Ausgangszustand ein Gas ist und daß der wenigstens eine zu kühlende Bestandteil (11; 20) der wenigstens einen elektrischen Komponente und/oder der wenigstens einen Steuereinrichtung derart im Kältemittelkreislauf (51) angeordnet ist, daß er oder zumindest einzelne Elemente des Bestandteils (11; 20) vom Kältemittel umspült werden.
4. Elektrisches System nach einem der Ansprüche 1 bis 3 dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Komponente als elektrische Maschine ausgebildet ist, daß die elektrische Maschine einen Rotor und einen Stator aufweist und daß der Stator und/oder der Rotor über die Kühleinrichtung gekühlt werden.
5. Elektrisches System nach einem der Ansprüche 1 bis 4 dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung eine Leistungselektronik (20) aufweist, und daß die Leistungselektronik (20) über die Kühleinrichtung gekühlt wird.
6. elektrisches System nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Leistungselektronik (20) eine Kühlkomponente (30) mit wenigstens einem Kühlkanal (34, 35) für das Kältemittel aufweist, und daß der wenigstens eine Kühlkanal (34, 35) derart im Kältemittelkreislauf (51) angeordnet ist, daß er von Kältemittel durchströmt wird.
7. Elektrisches System nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der wenigstens eine zu kühlende Bestandteil (11; 20) der wenigstens einen elektrischen Komponente und/oder der wenigstens ei-

nen Steuereinrichtung im Kältemittelkreislauf (51) vor dem Verdampfer (54) angeordnet ist.

8. Elektrisches System nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der wenigstens eine zu kühlende Bestandteil (11; 20) der wenigstens einen elektrischen Komponente und/oder der wenigstens einen Steuereinrichtung im Kältemittelkreislauf (51) nach dem Verdampfer (54) angeordnet ist.

9. Elektrisches System nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der wenigstens eine zu kühlende Bestandteil (11; 20) der wenigstens einen elektrischen Komponente und/oder der wenigstens einen Steuereinrichtung in einer den Verdampfer (54) umgehenden Bypassleitung (14) angeordnet ist.

10. Kraftfahrzeug, mit einer Klimaanlage, gekennzeichnet durch ein elektrisches System nach einem der Ansprüche 1 bis 9.

11. Kraftfahrzeug nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Komponente als elektrische Maschine, insbesondere als Starter-Generator ausgebildet ist, und daß die Steuereinrichtung zum Steuern der elektrischen Maschine ausgebildet ist.

12. Verwendung des Kältemittelkreislaufs (51) einer Klimaanlage (50) zum Kühlen wenigstens eines Bestandteils (11) einer elektrischen Komponente, insbesondere einer elektrischen Maschine, und/oder wenigstens eines Bestandteils (11; 20) einer Steuereinrichtung zum Steuern der elektrischen Komponente(n), insbesondere einer Leistungselektronik (20).

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

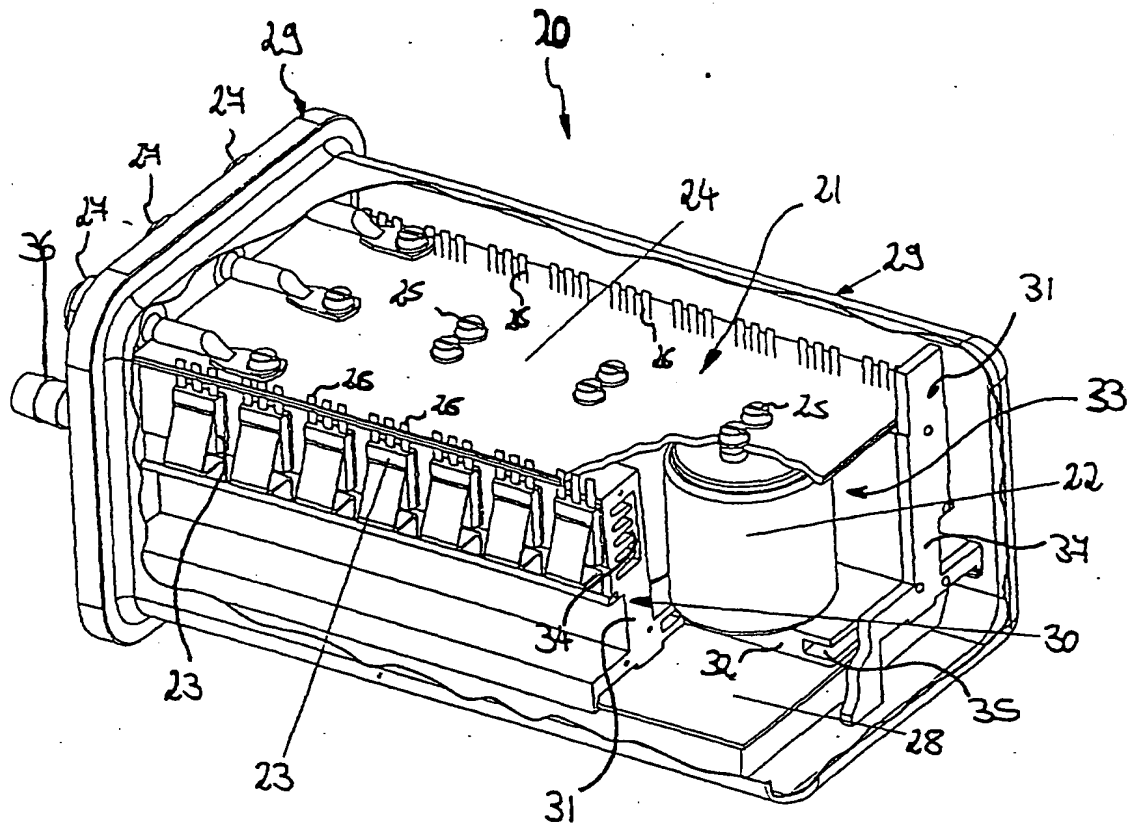


Fig. 1

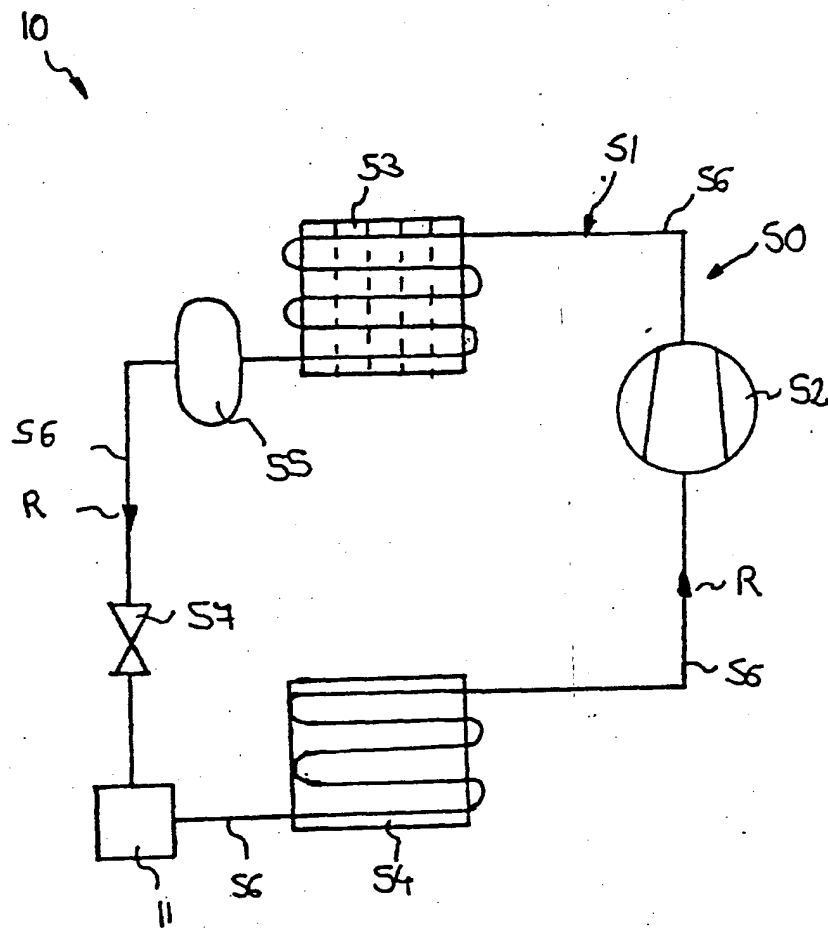


Fig. 1



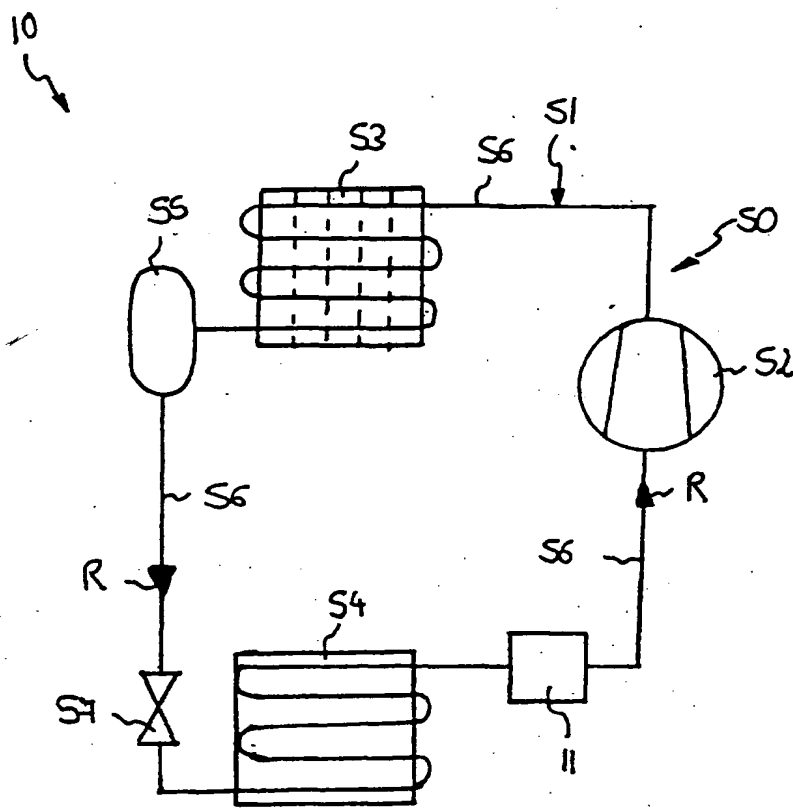


Fig. 3

